



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación estructural del puente atirantado “Los Libertadores” ubicado  
sobre el Río Rímac, San Juan de Lurigancho, 2018

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Kevin Brayan Solis Guzman

ASESORES:

Dra. María Ysabel García Álvarez

Mgtr. German Fernando Casusol Iberico

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA – PERÚ

2018

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS</b>	Código : F07-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---------------------------------------	---

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) Kevin Brayan Solís Guzman  
 cuyo título es: "Evaluación estructural del puente atirantado "Los Libertadores" ubicado sobre el Río Rimac, San Juan de Lurigancho, 2018

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: .....<sup>12</sup>.....(número)  
 .....Dece..... (letras).

Sede Lima-Este, 06 de Julio del 2018

  
 .....  
 PRESIDENTE  
 Anniolo

  
 .....  
 SECRETARIO  
 Alarco

  
 .....  
 VOCAL  
 Casual

	 Dirección de Investigación	Revisó	 Responsable del SGC	 Aprobó	 Vicerrectorado de Investigación
---	---	--------	--	--	--

### **Dedicatoria**

El presente trabajo es dedicado a mis padres, hermanos, amigos, y asesores quienes han sido parte del desarrollo de esta tesis, quienes me brindaron enseñanzas durante mi formación académica.

### **Agradecimiento**

Agradezco a Dios, a mis padres y a mis hermanos quienes son las luces que me dan fuerza para superar las dificultades y conseguir cada una de las metas que me propongo.

### **Declaratoria de autenticidad**

Yo Kevin Brayan Solis Guzman con DNI N.º 74357707, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 06 de Julio de 2018



---

Kevin Brayan Solis Guzman  
DNI: 74357707

## **Presentación**

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Evaluación estructural del puente atirantado “Los Libertadores” ubicado sobre el Río Rímac, San Juan de Lurigancho, 2018”, cuyo objetivo fue realizar la evaluación estructural del puente atirantado “Los Libertadores” ubicado sobre el Río Rímac, y que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. La investigación consta de seis capítulos. En el primer capítulo se explica la realidad problemática en el puente atirantado Los Libertadores, también los trabajos relacionados a la evaluación estructural de puentes, así mismo algunos conceptos necesarios para entender el tema; en el segundo capítulo se muestra la metodología utilizada para el presente trabajo la cual es una investigación del tipo descriptivo, aplicada y de corte transversal, en el tercer capítulo se detalla los resultados obtenidos a través de la inspección en campo así como los resultados obtenidos del programa estructural SAP 2000. En el cuarto capítulo se explica la contratación de ideas con trabajos similares que se han realizado con anterioridad. En el quinto capítulo se presenta las conclusiones a las que se llegó al final de la investigación. En el sexto capítulo se detalla las recomendaciones que pueden ponerse en práctica para realizar una intervención en el puente Los Libertadores.



---

Kevin Brayan Solis Guzman

## Resumen

El objetivo de la investigación fue realizar la evaluación estructural del puente atirantado “Los Libertadores” ubicado sobre el Río Rímac. La investigación es del tipo no experimental y de corte transversal, cuya población estuvo compuesta por los puentes atirantados ubicados sobre el Río Rímac, para lograr el objetivo mencionado se emplearon instrumentos como una ficha de inspección del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, un inventario básico de puentes, una ficha de aforo peatonal y el programa estructural SAP 2000. V.20. Una vez obtenida toda la información necesaria se obtuvo, como resultados más representativos que de acuerdo a la directiva No 01-2006-MTC/14, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, y el registro fotográfico en el inventario básico de puentes se logró concluir que el puente Los Libertadores ubicado sobre el río Rímac acumula una calificación de 2 que significa que su situación es regular que los problemas encontrados no comprometen significativamente la integridad de la estructura pero que se deben realizar trabajos para solucionar los defectos encontrados en el estudio. además, que la carga máxima actuante por Resistencia I se produce en el cable 4 cuyo valor es de 24.77 Tn que representa el 45.79% de la fuerza admisible que se obtiene en las especificaciones técnicas del cable. También se logró por medio de trabajos de inspección visual en el puente Los Libertadores identificar la acumulación de depósitos de arena y grava en el cauce del río que reducen el espacio por donde circula el agua, la existencia de fisuras superficiales, descascaramiento local y eflorescencia en la losa de concreto armado. Se recomienda que se debe poner más importancia al tema de diseño y supervisión durante la construcción de puentes, porque esto permitirá que, a lo largo de la vida útil de un puente, se podría reducir los trabajos de reparación o reforzamiento, permitiendo que solo se realicen trabajos rutinarios como limpieza.

Palabras clave: Puente Atirantado, Evaluación Estructural, Análisis Estructural, Defectos Funcionales, Defectos Estructurales

## **Abstract**

The objective of the investigation was to carry out the structural evaluation of the cable-stayed bridge "Los Libertadores" located on the Rimac River. The research is of the non-experimental and cross-sectional type, whose population was composed of the cable-stayed bridges located on the Rimac River, to achieve the aforementioned objective instruments such as an inspection file of the Ministry of Transport and Communications were used, a basic inventory of bridges, a pedestrian gauging chip and SAP 2000 structural program. V.20. Once all the necessary information was obtained, the most representative results were obtained, according to the directive No. 01-2006-MTC / 14, of the Ministry of Transport and Communications, and the photographic record in the basic inventory of bridges. The Los Libertadores bridge located on the Rimac River has a rating of 2, which means that its situation is regular, that the problems encountered do not significantly compromise the integrity of the structure, but that work must be done to solve the defects found in the study. in addition, that the maximum load acting by Resistance I occurs in cable 4 whose value is 24.77 Tn which represents 45.79% of the admissible force obtained in the technical specifications of the cable. It was also achieved through visual inspection works on the Los Libertadores bridge to identify the accumulation of sand and gravel deposits in the river bed that reduce the space through which the water circulates, the existence of surface fissures, local flaking and efflorescence in the reinforced concrete slab. It is recommended that more importance be placed on design and supervision during the construction of bridges, because this will allow the repair or reinforcement work to be reduced over the life of a bridge, allowing it only to be perform routine jobs as cleaning.

Keywords: Cable-stayed Bridge, Structural Evaluation, Structural Analysis, Functional Defects, Structural Defects



## Índice general

	Pág
Resumen.....	VI
Abstract.....	VII
I.INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Realidad problemática .....	2
1.2 Trabajos previos.....	5
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	9
1.4 Formulación del problema .....	29
1.5 Justificación del estudio.....	30
1.6 Hipótesis .....	31
1.7 Objetivos.....	31
II.MÉTODO .....	33
2.1 Diseño de la investigación .....	27
2.2 Variables, operacionalización.....	27
2.3 Población y muestra.....	30
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	30
2.5 Métodos de análisis de datos .....	31
2.6 Aspectos éticos .....	31
III.RESULTADOS .....	32
IV.DISCUSIÓN .....	72
V.CONCLUSIONES.....	74
VI.RECOMENDACIONES .....	76
VII.REFERENCIAS .....	78
VIII. ANEXOS.....	82

## Índice de tablas

	<b>Pág</b>
Tabla 1. Equipos y herramientas para inspecciones.....	18
Tabla 2. Pesos específicos de los materiales .....	21
Tabla 3. Aforo peatonal lunes en la mañana .....	34
Tabla 4. Aforo peatonal lunes en la tarde.....	35
Tabla 5. Aforo peatonal lunes en la noche .....	35
Tabla 6. Aforo peatonal martes en la mañana .....	36
Tabla 7. Aforo peatonal martes en la tarde .....	36
Tabla 8. Aforo peatonal martes en la noche .....	37
Tabla 9. Aforo peatonal miércoles en la mañana .....	37
Tabla 10. Aforo peatonal miércoles en la tarde.....	38
Tabla 11. Aforo peatonal miércoles en la tarde.....	38
Tabla 12. Aforo peatonal jueves en la mañana .....	39
Tabla 13. Aforo peatonal jueves en la tarde .....	39
Tabla 14. Aforo peatonal jueves en la noche .....	40
Tabla 15. Aforo peatonal viernes en la mañana .....	40
Tabla 16. Aforo peatonal viernes en la tarde .....	41
Tabla 17. Aforo peatonal viernes en la noche .....	41
Tabla 18. Resumen del aforo peatonal durante la mañana.....	42
Tabla 19. Resumen del aforo peatonal de los cinco días en la tarde.....	42
Tabla 20. Resumen del aforo peatonal de los cinco días en la noche .....	43
Tabla 21. Características del puente Los Libertadores .....	44
Tabla 22. Materiales y sus especificaciones.....	45
Tabla 23. Peso volumétrico de los materiales .....	47
Tabla 24. Valores de los coeficientes de respuesta sísmica .....	49
Tabla 25. Envolvente de fuerzas axiales en los cables.....	52
Tabla 26. Momentos flectores y fuerzas cortantes en la viga de sección compuesta Combinación de Resistencia I .....	54
Tabla 27. Momentos flectores y fuerzas cortantes en la viga de sección compuesta Combinación de Evento Extremo I.....	55
Tabla 28. Momentos flectores y fuerzas cortantes en la viga de concreto armado Combinación de Resistencia I .....	57

Tabla 29 Momentos flectores y fuerzas cortantes en la viga de concreto armado Combinación de Resistencia I .....	58
Tabla 30 Cuadro deflexiones verticales a lo largo de la viga.....	59
Tabla 31 Cuadro deflexiones verticales a lo largo de la viga metálica .....	60
Tabla 32 Condición global del puente - Ministerio de Transportes y Comunicaciones .....	63

## Índice de figuras

	Pág
Figura 1. Puente atirantado.....	7
Figura 2. Puente peatonal Langkawi SkyBridge, Malasia, 2004.....	8
Figura 3. Puente atirantado Novy Most, Eslovaca. ....	8
Figura 4. Puente atirantado Alamilla, Sevilla.....	9
Figura 5. Puente atirantado Puerta de las Rosas, Coruña. ....	9
Figura 6. Puente atirantado Monterrey, Monterrey-San Pedro. ....	10
Figura 7. Puente sostenido en tres planos.....	10
Figura 8. Distribución tipo arpa.....	11
Figura 9. Distribución tipo abanico. ....	11
Figura 10. Distribución tipo semi-arpa.....	12
Figura 11. Distribución asimétrica. ....	12
Figura 12. Configuración de puentes atirantados. ....	13
Figura 13. Tablero del puente atirantado.....	13
Figura 14. Secciones de torres usadas para puentes atirantados.....	14
Figura 15. Métodos de apoyos falsos. ....	15
Figura 16. Método de dovelas sucesivas. ....	16
Figura 17. Método de lanzamientos progresivos. ....	17
Figura 18. Combinaciones, Cargas y Estados Límite.....	22
Figura 19. Tipos y Factores de Cargas. ....	23
Figura 20. Ubicación del puente atirantado Los Libertadores.....	33
Figura 21. Sección A-A de la viga cajón de acero. ....	45
Figura 22. Sección B-B de la viga cajón de acero.....	46
Figura 23. Sección C-C de la viga cajón de concreto.....	46
Figura 24. Estados de sobrecarga peatonal.....	47
Figura 25. Espectro de respuesta sísmico.....	49
Figura 26. Modelo estructural del puente atirantado en el programa SAP 2000. V.20..	51
Figura 27. Modelo final del puente atirantado Los Libertadores en el programa SAP 2000 V.20.....	51
Figura 28. Definición de los patrones de carga. ....	52
Figura 29. Momentos Flectores en la viga de sección compuesta debido a la Resistencia I. ....	53

Figura 30. Fuerzas cortantes en la viga de sección compuesta debido a la Resistencia I.	
.....	54
Figura 31. Momentos flectores en la viga de sección compuesta debido al Evento	
Extremo I. ....	54
Figura 32. Fuerzas cortantes en la viga de sección compuesta debido al Evento Extremo	
I. ....	55
Figura 33. Momentos flectores en la viga de concreto armado debido a la Resistencia I.	
.....	56
Figura 34. Fuerzas cortantes en la viga de concreto armado a la Resistencia I.....	57
Figura 35. Momentos flectores en la viga de concreto armado debido al Evento Extremo	
I. ....	57
Figura 36. Fuerzas cortantes en la viga de concreto armado debido al Evento Extremo I.	
.....	58
Figura 37. Deflexiones debido a la carga permanente.....	60
Figura 39. Deflexiones debido a la sobrecarga.....	60
Figura 38. Deflexiones debido a la carga de pretensado. ....	60

## Índice de anexos

	<b>Pág</b>
Anexo 1. Matriz de consistencia.....	83
Anexo 2. Analisis en el programa SAP 2000.V20.....	84
Anexo 3. Ficha de aforo peatonal.....	96
Anexo 4. Planos del puente Los Libertadores .....	97
Anexo 5. Inventario básico de puentes.....	107
Anexo 6. Fotografías.....	108